



Stort utsläpp av giftig gas vid avlastning av matavfall

Hedlund, Frank Huess

Published in:
Kemivärlden Biotech med Kemisk Tidsskrift

Publication date:
2018

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Hedlund, F. H. (2018). Stort utsläpp av giftig gas vid avlastning av matavfall. *Kemivärlden Biotech med Kemisk Tidsskrift*, 2018(7), 30-33.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



Lagring och produktion av biogas.

Stort utsläpp av giftig gas vid avlastning av matavfall

Vid avlastning av matavfall i en biogasanläggning fylldes byggnaden bl a med giftigt svavelväte. Under lite annorlunda omständigheter hade fem personer kunnat omkomma. Exakt vilka gaser som frigjordes är okänt liksom orsaken till gasutvecklingen.

TEXT FRANK HUESS HEDLUND

Biogas ses som en lovande energikälla som samtidigt uppfyller flera av EUs energimål [1]. Biogas kan bidra till att öka andelen förnybar energi. Efter rening kan biometan användas som fordonsbränsle och bidra till att nå klimatmålen vilket transportsektorn har svårt att klara. Dessutom kan biogas framställas vid rötning av avfall för att klara återvinningsmålsättningar.

Risker med biogas

Torr biogas anses bestå av ca 65 vol-% metan och 35 vol-% koldioxid samt små mängder andra gaser. Koncentrationerna är dock beroende av substratets sammansättning och kan variera.

Det är tre olika riskkategorier vid biogasproduktion. Metan innebär risk för brand och explosion. Gasen innehåller små, men farliga koncentrationer av giftiga gaser som svavelväte. Det biologiska råmaterialet (substratet) är ofta avfall (t ex gödsel) där det finns risk för patogena mikroorganismer.

Rötningen ger också giftigt svavelväte och kvävande koldioxid vilket betyder fara vid inandning av toxisk gas. Rå biogas är därför farligare än fossil gas.

Denna artikel argumenterar för att dessa faror inte förstås tillräckligt väl. Olyckor som orsakas av sådana faror bör utredas grundligt så att farorna kan förebyggas eller styras. Det har varit en lång och verkligen inte smärtfri process i den fossila

energiindustrin, men slutresultatet har blivit en högre säkerhetsnivå i sektorn. I jämförelse befinner sig biogasindustrin på en lägre nivå och har långt kvar.

Det råder allvarlig brist på substrat av god kvalitet [2]. Gödsel från kreatur innehåller för lite organiskt material för biogasproduktion och det behövs sk co-substrat i form av energigrödor eller andra grödor. Men odling av åkermark enbart för biogasproduktion anses oetiskt eftersom det minskar livsmedelsproduktionen i världen.

Här är matavfall en politiskt vinnande fråga eftersom det är ett energirikt substrat som annars skulle gå till förbränning.

Leverantörer av kvarnar för matavfall vänder sig till cateringbranschen och storkök. Vatten tillsätts så att avfallet blir pumpbart och det går via rörsystem till en biotank som inte behöver tömmas så ofta. Det innebär att avfallets uppehållstid i logistikkedjan förlängs. Inte bara i storkökets biotank utan också hos slamsugföretaget som ofta samlar ihop till en större mängd innan man levererar med bil till en biogasanläggning. Möjligen kan den långa uppehållstiden förändra avfallets egenskaper och introducera nya och dåligt kända faror.

Olyckan

På biogasanläggningen i Hashøj (Själland) lastas matavfallet ner i en grop som är integrerad i en nedgrävd tank.

Gropen är normalt stängd med ett lock som kan öppnas med ett hydrauliskt ställdon. För att minska luktproblem för närboende är gropen placerad i en byggnad med mekanisk ventilation.

Strax före klockan 7 den 6 augusti 2015 backade en lastbil fram till gropen. Chauffören gick till bakänden av bilen för att öppna backventilen och tömma avfallet. Sedan gick han tillbaka mot förarhytten för att ta på sin overall. Det är det sista han minns.

Utanför hade ytterligare en lastbil anlänt med bioavfall. Chauffören såg att hallen var upptagen och gick in för att få en pratstund. När han gick in genom den öppna porten stod den förste chauffören med overallen i handen. Det luktade illa därinne och stack i ögonen. De pratade kanske ett par minuter. Sedan gick han tillbaka till sin bil. Plötsligt hörde han ett konstigt ljud från hallen. Han vände sig om och såg den andre falla omkull. Han rusade in för att hjälpa till. Chauffören låg på ryggen, hade kräcks och kissat i byxorna. Han försökte vända honom för att han inte skulle kvävas av uppkastningarna men mannen var för tung. Utanför hade han sett att en snickare som arbetade med ett projekt i hallen just hade anlänt. Tillsammans försökte de vända mannen, men förgäves.

Kanske med en tredje person till hjälp skulle de klara det. Snickaren sprang in på kontoret för att hämta driftsassistenten. Under tiden ringer chauffören 112. Det bullrade inne i tankhallen så han gick ut för att ringa. Det var ett lyckosamt val.

På väg tillbaka från kontoret möter snickaren och driftsassistenten driftsledaren. Alla tre går in i hallen. De tror att det är ett hjärtstopp. Larmcentralen uppmanar dem att stanna hos mannen och fortlöpande ge information om hans tillstånd. Driftsassistenten klättrar upp i förarhytten för att stänga av motorn. Plötsligt blir han riktigt dålig och vill bara ut. Han vacklar ut och är våldsamt andfädd som om han sprungit mara-

ton. Inne i hallen blir snickaren plötsligt väldigt kissnödig. Han springer ut, mycket andfädd och tror att han drabbats av panik i en nödsituation. Han blir arg på sig själv för att han inte har modet att agera och springer in i hallen igen.

Driftsledaren har satt sig på några pallar därinne. Han sitter framåtböjd med knäna i armhållorna. Snickaren går fram för att hjälpa honom och ser att hans ögon är vidöppna och blodsprängda, saliv rinner från munnen. Så svartnar det för honom och svimmar. Nu är det tre medvetlösa personer i hallen.

Utanför har driftsassistenten hämtat sig lite. Efteråt kan han inte förklara varför men han beslutar sig för att öppna rullporten, även på den motsatta sidan; ett mycket bra beslut. Därefter drar han ut snickaren ur lokalen och denne hämtar sig relativt snabbt. Tillsammans går de in igen och hämtar ut driftsledaren. Han är svårare att få liv i men det lyckas till slut. Då kommer den första ambulansen och ambulanspersonalen frågar om det är säkert att gå in i hallen. Ja, ja, svarar de. De har ju just varit där inne och hämtat ut folk. Med gemensamma krafter får de upp chauffören på en bår. Han får syrgas och hjärtstimulering och körs till sjukhus. Han överlever. Det finns fler detaljer i den engelska artikeln [3].

NOx-förgiftning

Kort därefter kommer räddningspersonalen. En halvtimme senare gör de gasmätningar i hallen.

Organiska gaser (VOC), CO₂ och H₂S uppmäts alla till 0. NOx uppmäts till 12 ppm. NOx-förgiftningen meddelas akutmottagningen och uppgiften går ut i alla medier.

NOx-mätningen är ett mysterium. Naturen är för all del bra på att leverera i de märkligaste reaktioner. Bland annat dog flera mjölkkor inne i ett stall för att färskt gräs ensilerades utanför och avgav stora mängder NOx som sipprade in i stallet [4].

Referenser

1. J. Puertas, 2009-2012 Triennium Work Report. Renewable Gas - The Sustainable Energy Solution., Kuala Lumpur, Malaysia, 2012.
2. Hedlund FH (2017). Explosion i rötkammare med biogas. Kemivärlden Biotech med Kemisk Tidskrift. Nr 4, pp. 20-23
3. F.H. Hedlund, M. Madsen, Incomplete understanding of biogas chemical hazards - Serious gas poisoning accident while unloading food waste at biogas plant, J. Chem. Heal. Saf. (2018). doi:10.1016/j.ichas.2018.05.004.
4. J. Verhoeff, G. Counotte, D. Hamhuis, Nitrogen dioxide (silo gas) poisoning in dairy cattle, Tijdschr. Diergeneesk. 132 (2007) 780-782.
5. Hedlund FH (2016). Syrebrist och ambulansfärd av tårta. Kemivärlden Biotech med Kemisk Tidskrift. Nr 4, pp. 24-26
6. F.H. Hedlund, Svovlbrinte stinker, men dräber uden lugt, Dansk Kemi. 99 (2018) 6-7.
7. C. Zhang, H. Su, J. Baeyens, T. Tan, Reviewing the anaerobic digestion of food waste for biogas production, Renew. Sustain. Energy Rev. 38 (2014) 383-392. doi:10.1016/j.rser.2014.05.038.
8. F.H. Hedlund, Biomass Accident Investigations - Missed Opportunities for Learning and Accident Prevention, in: Ek, Ehrnrooth, Scarlat, Grassi, Helm (Eds.), 25th Eur. Biomass Conf. Stock. Sweden., 2017: pp. 1804-1814. doi:10.5071/25thEUB-CE2017-4AV.2.45.
9. M. Will, Unfall in der Betriebs-halle der Biogasanlage in Rhadereistedt; Vier Tote - ein Schwerverletzter - zehn verletzte Feuerwehrleute, Fachausschuss Brandschutzerziehung Und Brand. Im Landesfeuerwehrverband Nord. e.V. (2005).
10. B.H. Jacobsen, F.M. Lauge-sen, A. Dubgaard, M. Bojesen, Biogasproduktion i Danmark - Vurderinger af drifts- og samfundsøkonomi, Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet, 2013.



Arbete inne i hallen.

Men NOx från matavfall måste vara lika sällsynt som att hitta en höna med tänder. Räddningspersonalen har förmodligen mätt NOx från avgaser, möjligen från sina egna fordon. Centrum för Teknik och Miljö i Slagelse kommun skickar en miljövakt som registrerar grundläggande data och föranleder att ett prov på matavfallet skickas till analys av NOx och salpetersyra. Laboratoriet svarar ett par dagar senare. De mäter pH till 3,2, syre till 1,7 mg/liter och ett mycket lågt nitrit/nitrat innehåll på 0,04 mg/liter. Laboratoriet utesluter därför att proven innehåller salpetersyra. Det finns ingenting i provet som kan förklara ett stort och plötsligt utsläpp av nitrösa gaser, skriver de.

I enlighet med sedvanlig praxis kastas proven kort tid senare.

Förgiftningssymptomen pekar tydligt på H₂S-förgiftning. Men upplysningarna om andfäddhet pekar också på att det måste ha varit höga CO₂-koncentrationer i hallen. På Hashøj Biogas märkte få personer den mycket markanta stanken från gasen. Men det är inte ovanligt vid olyckor. Symptom på H₂S och CO₂-förgiftning har behandlats i tidigare artiklar [5-6].

Ett par jäktade inspektörer från Arbejdstilsynet utfärdade samma dag ett omedelbart föreläggande om att undvika onödig påverkan av hälsofarlig gas vid avlastning av matavfall. Kraven uppfylldes genom att ventilationen ökades, gaslarm installerades och skyddsmasker sattes upp.

Otillräcklig förklaring

För en gångs skull upptäckte jag olyckan bara en vecka efter att den hänt. Det var uppgifterna om NOx-förgiftning som väckte uppmärksamhet eftersom det lät helt vansinnigt. Jag skrev till Arbejdstilsynet att det måste vara H₂S, inte NOx och att något liknande skett i Tyskland (se faktaruta) men det rann ut i sanden.

Efter ett par månader kunde jag besöka biogasanläggningen och intervjuar alla som var med vid olyckstillfället men det har inte gått att få några uppgifter från myndigheterna, utom från miljömyndigheten som var den enda som bidrog med något intressant. Hos polismyndigheten slutade det med att alla papper klassades som företagshemligheter, troligen beroende på obstruktion från ägaren

till biogasanläggningen, trots att han inledningsvis varit tillmötesgående.

Ägaren kontaktades telefonledes för att förklara hur viktigt det är att olyckor klaras upp grundligt och erfarenheter delas. Det var ett surrealistiskt samtal där ägaren avfärdade frågor om utredning som konspirationsteorier och nekade till att veta något om eventuella företagshemligheter.

Efter överklagande fick jag ut dokumenten från polisen men med viktiga uppgifter överstruken, bl a ett foto av gropen och locket.

Det är här olyckan börjar och utan de upplysningarna är det svårt att förstå omständigheterna vid förgiftningen. Gropen är ett enkelt hål i en betongbehållare med ett enkelt lock. Det är svårt att förstå hur det skulle kunna vara en företagshemlighet. Dessutom har tidningarna redan publicerat bilder.

Ingen fara för miljön

Faktaunderlaget för den här artikeln är inte fullständigt. Jag väntade i över en månad med att kontakta anläggningen, bl a för att eventuella kemiska och andra undersökningar skulle vara avslutade. Det var alltför optimistiskt. Inga som helst undersökningar hade gjorts. Mina intervjuer har gjorts per telefon, sent på kvällen och inte under optimala förhållanden. Underlaget är inte helt tillfredsställande men det är det bästa som kan tas fram här.

Center for Teknik og Miljø i Slagelse kommun hade beställt en analys av NOx och salpetersyra. Dokumentet vittnar om kemisk insikt och självständigt tänkande, resonemangen är sammanhängande och framställningen klar.

På frågan varför de inte analyserat fler ämnen i tankprovet eller tagit andra prover i logistikdjan svarar de att de inte hade mandat till det. Vilket stämmer. Det var ju en arbetsolycka och inget tydde på någon fara för den yttre miljön.

Dessvärre, frestas man att säga. Hade det funnits fara för yttre miljö, där det finns mer regler och resurser hade nog olyckan utretts bättre. Egna försök att förstå sammansättningen av matavfallet måste ges upp. Det var omöjligt att få upplysningar av leverantörer av avfallskvarnar och från sjukhusk.

Blind fläck

2017 placerade Världsbanken Danmark i topp när det gäller hållbar energi. 2018 intog Danmark också förstaplatsen i en benchmarking-rapport från World Energy Council, FN:s energioorganisation, det så kallade World Trilemma Index.

En reviewartikel i tidskriften Renewable and Sustainable Energy om användning av matavfall till biogas [7], som i maj 2018 hade citerats 300 gånger, nämner inte ens riskerna för de anställda!

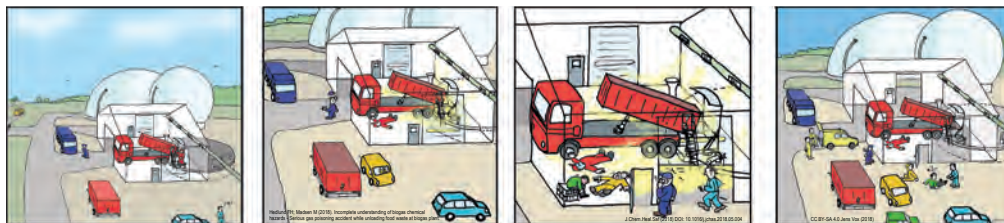
Även om det sker många olyckor med biogas finns i stort sett inga upplysningar om det i öppna källor [8].

Om man lägger ett lite bredare perspektiv på energi- och klimatsatsen krävs dock mer uppmärksamhet på säkerhetsaspekterna innan den kan karakteriseras som hållbar i ordets normala betydelse. Det är dessutom ett moraliskt problem om miljö- och klimatområdet får monopol på orden miljö och hållbarhet så att de inte omfattar arbetsmiljön.

På biogasanläggningen i Hashøj (Sjælland) lastas matavfallet ner i en grop som är integrerad i en nedgrävd tank. Gropen är normalt stängd med ett lock som kan öppnas med ett hydrauliskt ställdon.



Foto Frank Hedlund



Hela förloppet i en bildserie. Om inte driftsassistenten (ljusblå) tagit sig för att öppna rullportarna på båda sidor av hallen kunde samtliga fem personer omkommit. Nu är ventilationen förbättrad och ett gaslarm installerat. Men vad som egentligen orsakade olyckan är okänt.

Slutsats

Under marginellt andra omständigheter, med bara små förändringar i timingen kunde fem personer omkommit vid denna biogasolycka. Det hade placerat den bland de värsta (i Danmark) sedan explosionsbranden i supertankern Gemini Star 1994 då sex personer omkom.

Men i motsats till den olyckan är den på Hashøj inte utredd:

- Det är inte känt, med säkerhet, *varifrån* gaserna kom. Det mest sannolika är matavfallet, men de kan också ha kommit från gropan, eller en kombination av de två.

- Det är inte känt med säkerhet *vilka* gaser som bildades; med stor sannolikhet H_2S men det kan också varit CO_2 , även om det är oklart hur gasen kan förekomma i så stora mängder. Det kan också vara andra gaser.

- Det är inte känt *varför* gaserna bildades eller under vilka omständigheter de bildas.

- Det är inte känt *hur* gaserna frisattes.

Men det är helt uteslutet att det kan vara NO_x . Räddningsspersonalens felaktiga uppgifter kan ha vilselett läkarna på akutmottagningen. Uppgiften hamnade i tidningarna och gav upphov till vilseledande och oanvändbara upplysningar för olycksförebyggande arbete. Dessutom satte de stopp för utredningsarbetet alldeles för tidigt.

Räddningstjänsten tillkallas när något går helt galet och de arbetar ofta under mycket besvärliga förhållanden. Det är ganska orimligt att när röken lagt sig att luta sig tillbaka i fåtöljen och efterklokt kritisera deras arbete. Men vi måste inse att räddningsspersonalens handlingar här gjorde mer skada än nytta.

Man kan självklart förbättra ventilationen, sätta upp ett larm och ge folk några masker. Men utan en ordentlig utredning är det omöjligt att hindra att det händer igen.

Det är inte heller möjligt att avgöra i vilken omfattning faran också finns i matavfallets logistikkedja (om avfallet var orsaken), om det är relevant att även varna slamsugarmanskap eller om faran finns redan i biotanken hos dem som levererar matavfallet. Det är helt enkelt inte möjligt att använda skyddshierakin som annars är en hörnsten i arbetsmiljöarbetet. Men vissa saker går att slå fast. Det var lyckligtvis inte vid någon tidpunkt fara för den yttre miljön. Det har inte heller begåtts några juridiska eller förvaltningsmässiga fel från Arbejdstilsynets sida. Poliserna gör också pre-

cis vad de ska när de förhör vittnen varav flera var omtöcknade eller medvetlösa. Polisens jurister gör heller inte fel när de gör en rigorös tolkning av lagens bokstav och hindrar att korrekta upplysningar om olyckan kan komma andra till nytta.

Samhällets mål när det gäller klimatvänlig och cirkulär ekonomi och generöst stöd till hållbar och förnybar energi har medfört att danskt lantbruk har byggt många biogasanläggningar. Gårdsägare och lantbrukare har plötsligt blivit processägare och -operatörer på rör- och cisternanläggningar med antändbar och giftig gas.

Enheterna är små och det verkar finnas allvarliga problem med bristande kompetens och kunskap om olycksförebyggande principer. En liten verksamhet som Hashøj Biogas kan inte klara att utreda problem som man inte förstår, i en logistikkedja med ett nytt substrat (matavfall) och det finns inget institutionellt stöd för att avhjälpa problemet. Erfarenheter pekar på att dysfunktionella inlärningsprocesser är generella i branschen för förnybar energi [8] – den är helt enkelt inte i stånd att genomföra en haveriutredning och dela erfarenheterna.

Ovanstående, mildt uttryckt, diletantiska förlopp är helt otänkbara i den fossila olje- och gasindustrin.

Dela dessa erfarenheter

Hashøj Biogas var totalt oförberett på olyckan. Det finns anledning att tro att andra biogasanläggningar är lika oförberedda. Denna artikel bidrar med en beskrivning av hur de närvarande upplevde olyckan. Beskrivningen bör ingå i utbildningen av personal på biogasanläggningar så att de kan känna igen en liknande situation, om (läs: när) den inträffar igen.

Epilog

Artikeln är skriven helt utan stöd från någon part.

Frank Hedlund (dr), riskexpert hos Cowi och adjungerad lektor på DTU i risk management.

Bearbetning av Hedlund FH (2018) Stort udslip af giftig gas ved aflæsning af madaffald. Dansk Kemi 99(5):36-40.

E-mail:

Frank Hues Hedlund: fhhe@cowi.com

Tysk biogasolycka med svavelväte

På en biogasanläggning i Rhadereistadt i Nordtyskland skedde en mycket allvarlig H_2S -olycka vid avlastning av animaliskt avfall. Den kostade fyra personer livet. Liksom på Hashøj, var avlastningsropen placerad i en byggnad för att minska luktproblemet för närboende, gropan kunde stängas med en lucka och det fanns mekanisk ventilation i byggnaden.

Klockan var drygt sex på morgonen när en tankbil från Holland backade intill hallen. En annan tankbil hade just kommit in och måste vänta. Chauffören gick in i en intilliggande kaffestuga där han genom ett stort fönster kunde se in i hallen. Fyra personer befann sig i hallen: driftsledaren, två assistenter och den holländske chauffören. Omedelbart efter att avlastningen startat föll alla fyra till marken. Chauffören rusade genast ut från lunchrummet och ringde 112. Sedan föll han också omkull framför ingången till hallen.

Avfallsprodukten i tankbilen var tunntarmsrester från gris som behandlats på ett läkemedelsbolag för utvinning av heparin, en aktiv substans i antikoagulantika. Avfallsets pH uppmättes till 8,5 då sulfid fanns i lösningen [som HS^- ($pK_a H_2S = 7,0$)]. Källan till de stora mängderna sulfid i avfallet är okänd. Man kan spekulera i att sulfid tillsatts som konserveringsmedel och antioxidant vid heparinutvinningen. Sulfatreducerande bakterier kan sedan ha omvandlat den till sulfid.

Dagen innan hade anläggningen mottagit restprodukter från mejerier, särskilt vassle och lite slakteriavfall. Tyska myndigheter tror att det i tanken under natten hade utvecklats lågt pH, p g a mikrobiell nedbrytning med bildning av mjölksyra och propionsyra bl a. När det basiska avfallet lastades av ned i tankens betydligt större volym med sur vätska, med omröraren igång, frisattes omedelbart svavelväte ur lösningen. Mekanismen är alltså helt annorlunda än i Hashøj, där avfallet var svagt surt, inte basiskt.

Räddningsspersonal med full andningsutrustning var snabbt på plats och fick ut de medvetlösa personerna. Dessa hade så höga halter H_2S absorberat i sina kläder att tio av räddningstjänstpersonalen drabbades av förgiftningssymptom som illamående, kräkningar, yrsel och huvudvärk. Det krävdes en större dekontamineringsinsats [9].